

JORDRAS, NYDALEN PARK
Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger

Gk4509-1

25.09.1997

Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Region Øst**
Prosjektnr. **197108**

Prosjekt: **Jordras, Nydalen Park**
Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger

Arkiv Gk: **Gk4509**

Rapport nr.: **1**

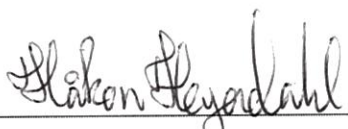
Dato: **25.09.97**

Rapporten omhandler (stikkord):

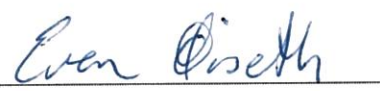
Grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger, stabiliserende tiltak

For JBV Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig:


Håkon Heyerdahl

Prosjektleder :


Even Øiseth

Rapport utarbeidet av :


Aiga de Zeeuw / Bjørn A. Falstad/ Håkon Heyerdahl

INNHold

1. Innledning	3
2. Grunnundersøkelser	3
3. Grunnforhold	3
4. Stabilitetsberegninger	4
5. Stabilitetsforbedrende tiltak	5
6. Videre arbeid	5

BILAG

1. BORMETODER OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

TEGNINGER

Gk4509.01	SITUASJONSPLAN
Gk4509.02-05	SONDERINGER
Gk4509.06-08	PROFILER MED GLIDEFLATER
Gk4509.09	DRENERING OG OPPFYLLING
Gk4509.10	DRENERINGSPLAN

1. Innledning

Jernbaneverket Ingeniørtjenesten er engasjert av Jernbaneverket Region Øst for å undersøke stabiliteten av et jordras i Nydalen, Gjøvikbanen km 8.810.

Denne rapporten omhandler grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger, samt forslag til tiltak for utbedring i rasområdet.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Åge Knutsen.

2. Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene ble utført i juli 1997 med beltegående hydraulisk borrhigg av typen Geotech 710 med automatisk dataregistrering av borresultater (boring 1 og 2), og med håndholdt borutstyr (boring 3,4 og 5) i bratt skråning. Det ble totalt utført 3 dreiesonderinger, 1 CPT-sondering og 1 dreietrykksondering.

Det ble også målt inn 3 profiler i hhv. km 8.805, km 8.810 og km 8.815.

En sammenstilling av borresultatene er vist i tabellen nedenfor.

Utførte undersøkelser:

Borpunkt nr.	Type	Boret dybde, m	Stopp
1	CPT-sondering	7,01	fast grunn
2	Dreietrykksondering	9,15	fast grunn
3	Dreiesondering	1,90	stein/blokk
4	Dreiesondering	2,10	stein/blokk
5	Dreiesondering	3,50	fast grunn

Tabell 1: Oversikt over utførte boringer

3. Grunnforhold

Grunnen består av morenemateriale med uregelmessig sortering av leire og grus. Toppen av skråningen består av grus, under finnes et ca. 4 m tykt leirholdig lag. De øverste 1-2 m under terreng består av løse masser.

Grunnvannet står høyt, og vann strømmet ved befarings ut fra grunnen høyt opp i rasgroppen.

4. Stabilitetsberegninger

For stabilitetsberegningene er benyttet digitaliserte profiler ut fra manuelle innmålinger, i kombinasjon med en enkel jordmodell basert på sonderinger og befarings. Materialparametre er vurdert forsiktig ut fra sonderinger og litteratur. Det er benyttet effektivspenningsanalyse ved beregningene. Beregninger er utført med beregningsprogrammet "PostoGRAF".

Sikkerhetsfaktoren F_c for de farligste glideflater er beregnet, først for høyt grunnvannsnivå, deretter for et lavere. Resultater fra beregningene er vist i tabellene 2-4 nedenfor.

Glideflate:	1	2	3
høyt grunnvannsnivå	0,82	0,79	1,23
lavt grunnvannsnivå	1,13	1,07	1,32

Tabell 2: Beregnet F_c i profil km 8.805

Glideflate:	1	2	3	4
høyt grunnvannsnivå	0,98	0,94	1,09	1,15
lavt grunnvannsnivå	1,13	1,03	1,09	1,19

Tabell 3: Beregnet F_c i profil km 8.810

Glideflate:	1	2	3
høyt grunnvannsnivå	0,80	0,80	1,23
lavt grunnvannsnivå	1,21	1,10	1,32

Tabell 4: Beregnet F_c i profil km 8.815

Generelt er beregningsmessig sikkerhet lav. Jordartsparemetre kan være valgt noe forsiktig, og særlig for dypere utglidning er det sannsynlig at parametrene bedres i dybden. Sikkerheten mot dypere utglidninger anses som tilfredsstillende.

For overflateglidning (representert ved de grunneste skjærsirkler i analysene) er sikkerheten lav, noe det aktuelle raset også har vist. Stabiliserende tiltak anbefales derfor utført for å hindre ytterligere utglidning av øvre lag.

Beregningene viser at sikkerhetsfaktoren øker med ca. 20% når grunnvannsnivået senkes 1 m i skråningen. Hvis grunnvannet antas senket ytterligere, vil beregningsmessig sikkerhet bli enda bedre. Et stabiliserende tiltak for skråningen vil derfor kunne være å senke grunnvannsnivået ved drenering.

5. Stabilitetsforbedrende tiltak

Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten blir bedre hvis grunnvannsnivået senkes. Derfor foreslås utført tiltak for å senke grunnvannsnivået i skråningen.

Tiltak er vist skissemessig i profil og plan i tegning Gk4509.09 og Gk4509.10. Tiltakene er ikke detaljprosjektet.

I den øverste delen av raset kan vann som kommer ut fra bakken samles f.eks. i 3 drencrør, og ledes til kum. Fra denne kummen løper et drencrør (perforert overside og tett bunn) til kum nede ved jernbanelinjen. Her blir også innført en 16 m lang drencledning fra sør, hvor det er fare for at et nytt jordras kan utløses. Fra kummen ledes vannet gjennom overvannsledning til eksisterende overvannsledning langs sporet.

I den øverste del av raset er det risiko for mindre utglidninger i den bratte raskanten, i det skråningen her er svært bratt. Etter at drencledningene er lagt anbefales derfor rasgropen gjenfylt, og jevnet ut med drenerende stein/grusmasser. Tilsvarende gjelder for rennen som rasmassene har dannet i skråningen.

Skråningen mellom km.8,74 og km.8,86 har generelt dårlig stabilitet. Flere steder siver grunnvann ut fra skråningen. Det kan være hensiktsmessig å vurdere å legge en dyp, avskjærende drencledning på innsiden av den lille kollen, for derved å senke grunnvannsnivået i skråningsområdet.

6. Videre arbeid

Foreslåtte dreneringstiltak må detaljeres videre før utførelse.

I tillegg kan det, hvis avskjærende drencledning innenfor kollen skal vurderes videre, være aktuelt å måle grunnvannsstand.

REFERANSESIDE

Oppdrag	-	rapport	-	dato	-	antall sider	-	revisjon
197108		1		25.09.1997		6		0

Arkiv ref. JI: sak 97/2639, JI 711

Arkiv ref. Gk: Gk4509

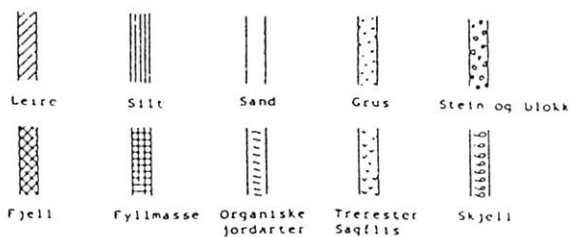
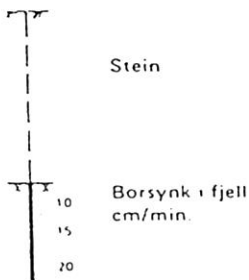
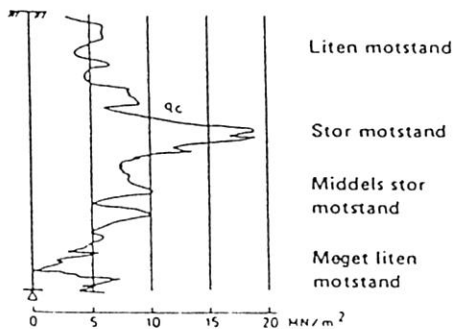
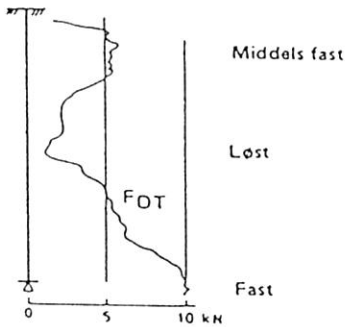
Oppdragsgiver: Jernbaneverket Region Øst
Kontaktperson: Åge Knutsen

Distribusjon: Jernbaneverket Region Øst v/ Åge Knutsen: 3 stk

Geografiske opplysninger

Fylke: Oslo
Kommune: Oslo
Sted: Nydalen
Kartblad: 1914 III
Banestrekning: Gjøvikbanen
Kilometer: 8,8

BORMETODER



▽ DREIETRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med en hastighet på 3 m/min. og roteres samtidig 25 omdr./min.

Motstanden mot nedtrengning F_{DT} registreres automatisk og angis i kN.

▽ TRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med kon spiss som trykkes ned med jevn hastighet (2 cm/sek). Spissen har 10 cm² tverrsnitt og 60° vinkel. Over spissen er en friksjonshylse med 150 cm² overflate. Spissmotstand (q_c) og lokal sidefriksjon (f_s) registreres kontinuerlig. En skriver tegner opp q_c og f_s direkte. Forholdet f_s/q_c % gir orientering om jordarten.

Friksjonsmantelen kan erstattes av en poretrykksmåler slik at poretrykket kan registreres og tegnes opp kontinuerlig.

☆ FJELLKONTROLLBORING

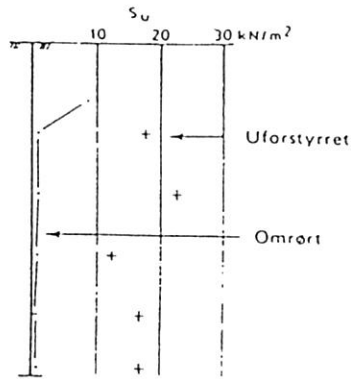
utføres med fjellbor (36 mm) med 51 mm hardmetall kryss-skjær. Det benyttes en tung, pneumatisk eller hydraulisk borhammer med høytrykks vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For sikker registrering av fjell bores 3-5 m i fjell under registrering av borsynk (i cm/min).

◎ PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stålsylinder (60-90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir cylinderen presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten, hvor den forsegles for avsendelse til laboratoriet.

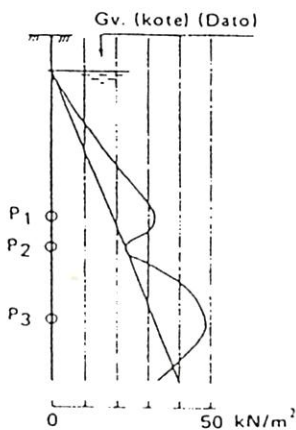
Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



+ VINGEBORING

utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt med et instrument som måler dreiemomentet. Udrenert skjærstyrke (S_u kN/m²) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.

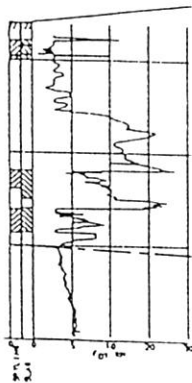


⊖ MÅLING AV GRUNNVANNSSTAND OG PORETRYKK

utføres med standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret eller i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

Boroperasjonene utføres med håndkraft, lettere motordrevet utstyr eller med tyngre, terrenggående borrhjeler.



⦿ TOTALSONDERING

Metoden kan sies å kombinere dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det utføres dreietrykksondering til nedtrengningen stopper i et fast lag, deretter går man over til fjellkontrollboring med slag og spyling. Man kan veksle mellom de to boremetodene etter behov. Ved hjelp av en geoprinter registreres synk på boret i m/min, rotasjonshastighet, dreiemoment på borstang, vannmengde og trykk ved spyling.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av komgraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	<0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

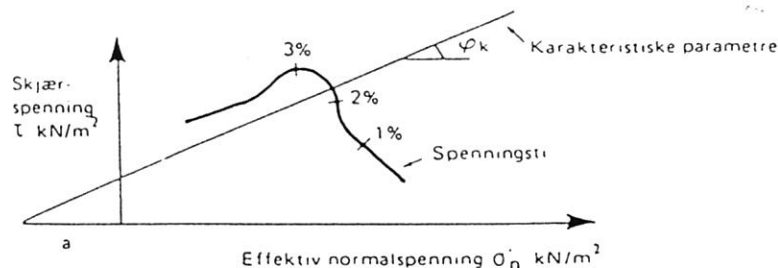
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mer omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gylje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan avhenger av effektiv normalspenning på planet (totaltrykk+poretrykk) og av jordens

Skjærstyrkeparametre (a og ϕ)

Disse bestemmes ved treksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningsstier", dvs. utviklingen av skjærspenningen på et plan vises som funksjon av en effektiv hovedspenning eller av normalspenningen. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



Udrenert skjærstyrke (S_u kN/m²)

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk, og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk, konusforsøk, laboratorie-vingeforsøk eller udrenerte treksialforsøk.

SENSITIVITET (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

VANNINNHold (W %)

Angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven, og bestemmes ved tørking ved 110°C.

FLYTEGRENSE (W_L %)

PLASTISITETSGRENSE (W_P %)

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til smuldrende konsistens.

PORØSITET (n %)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

DENSITET (ρ t/m³)

er massen av prøven pr. volumenhet.

TØRR DENSITET (ρ_d t/m³)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

TYNGDETETHET (romvekt) (γ kN/m³)

er tyngden av prøven pr. volumenhet ($\gamma = \rho g$ hvor $g \approx 10$ m/s²)

TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) (γ_d kN/m³)

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g$ hvor $g \approx 10$ m/s²)

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

CBR (California Bearing Ratio)

er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses ned fra overflaten av det pakkede materiale med en bestemt hastighet. CBR-verdien angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for veier og flyplasser.

HUMUSINNHOLD (O_{Na})

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også benyttes.

KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstander mot sammenpressing defineres ved modulen $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For leire og silt kan paramteren $N_e = \text{deformasjonsendring/log spenningsendring}$ benyttes.

KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stoke's lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

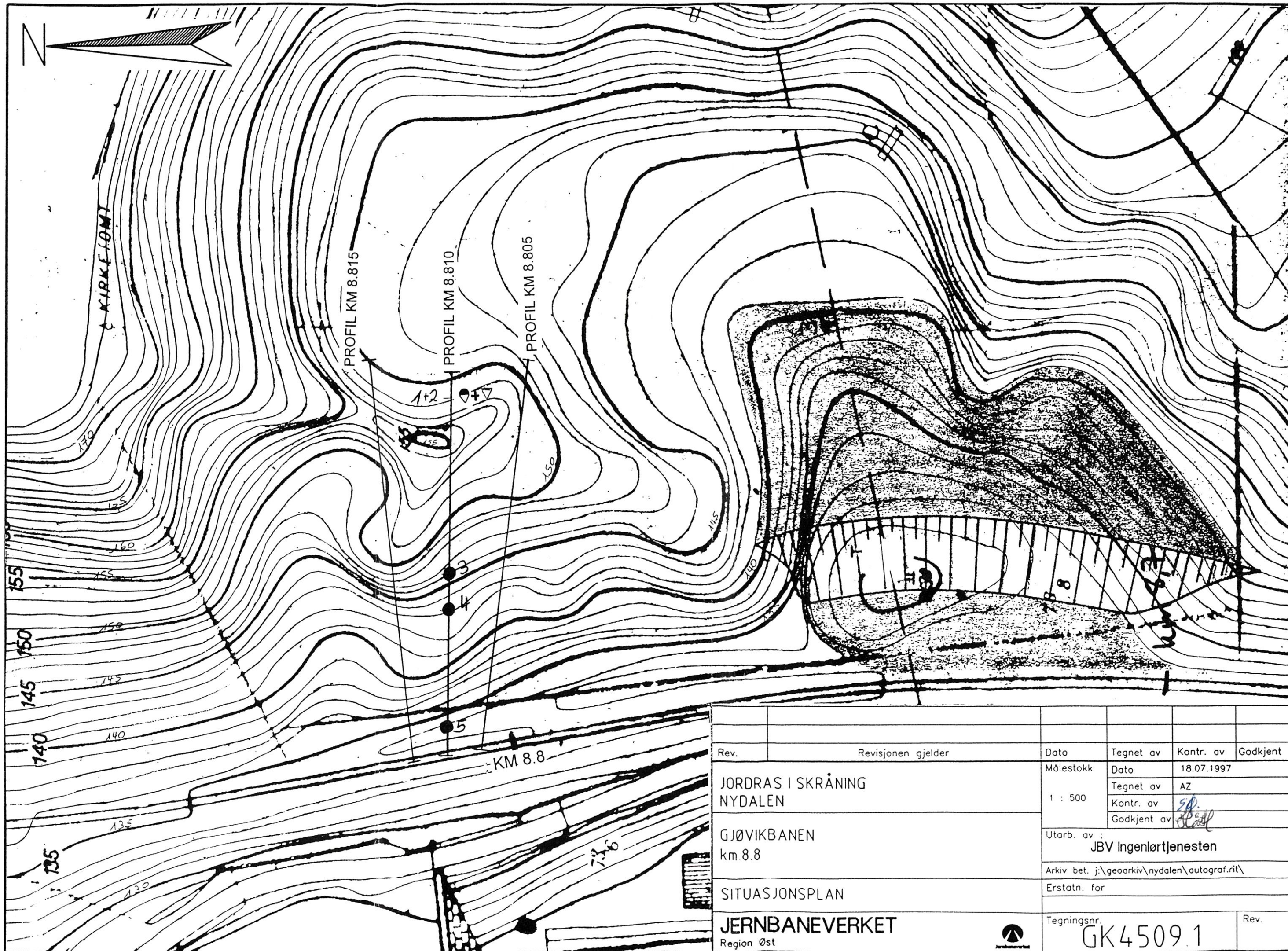
TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefartig), T2 (lite telefartig), T3 (middels telefartig) og T4 (meget telefartig).

PERMEABILITETEN (k cm/s eller m/år)

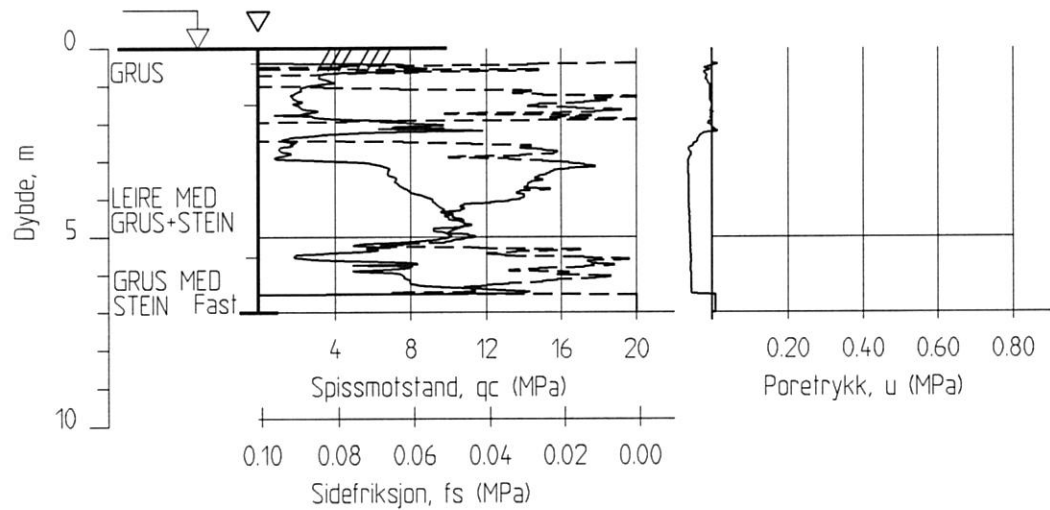
bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom en jordart under gitte betingelser (betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også).

$$q = k i \quad \text{hvor} \quad A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen} \\ i = \text{gradient i strømrretningen}$$

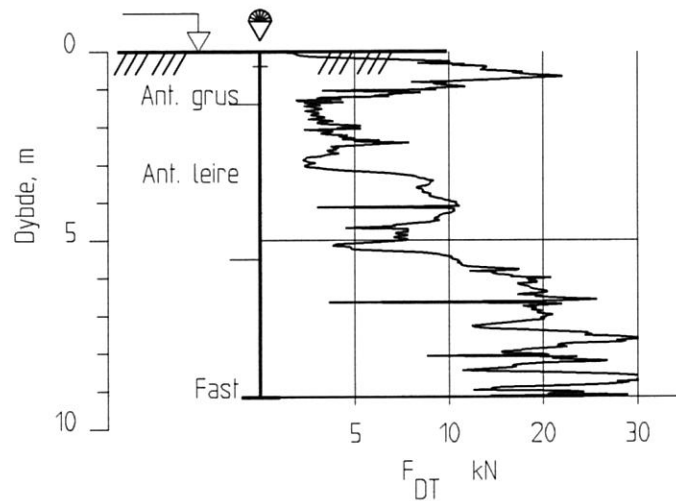


Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
	JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN	Målestokk 1 : 500	Dato Tegnet av Kontr. av Godkjent av	18.07.1997 AZ <i>[Signature]</i>	
	GJØVIKBANEN km 8.8	Utarb. av :	JBV Ingenlørtjenesten		
	SITUASJONSPLAN	Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\	Erstatn. for		
	JERNBANEVERKET Region Øst	Tegningsnr. GK4509.1	Rev.		

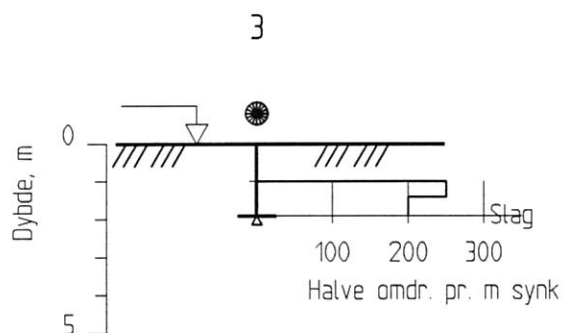
1



2

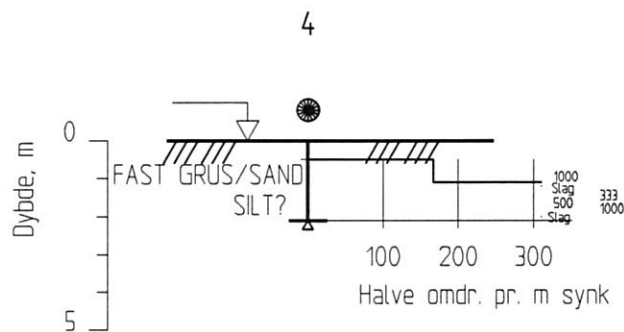


Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN		Målestokk	Dato	25.07.1997	
		1 : 100	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	<i>[Signature]</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
GJØVIKBANEN km.8.810, boringer 1+2		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\			
CPT BORPUNKT 1, DREIETRYKK BORPUNKT 2		Erstatn. for			
JERNBANEVERKET		Tegningsnr.			Rev.
		Gk 1.509 2			



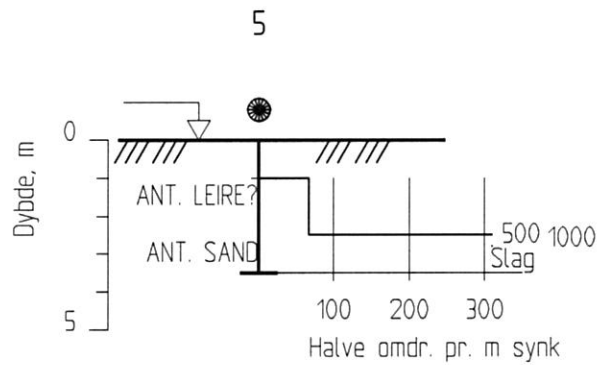
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN		Målestokk 1 : 100	Dato	25.07.1997	
			Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	SØ	
			Godkjent av	SØ	
GJØVIKBANEN km.8.810, boring 3		Utarb. av : JBV Ingenlørtjenesten			
		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\			
DREIESONDERING BORPUNKT NR. 3		Erstatn. for			
JERNBANEVERKET		Tegningsnr.			Rev.
		Gk 45093			





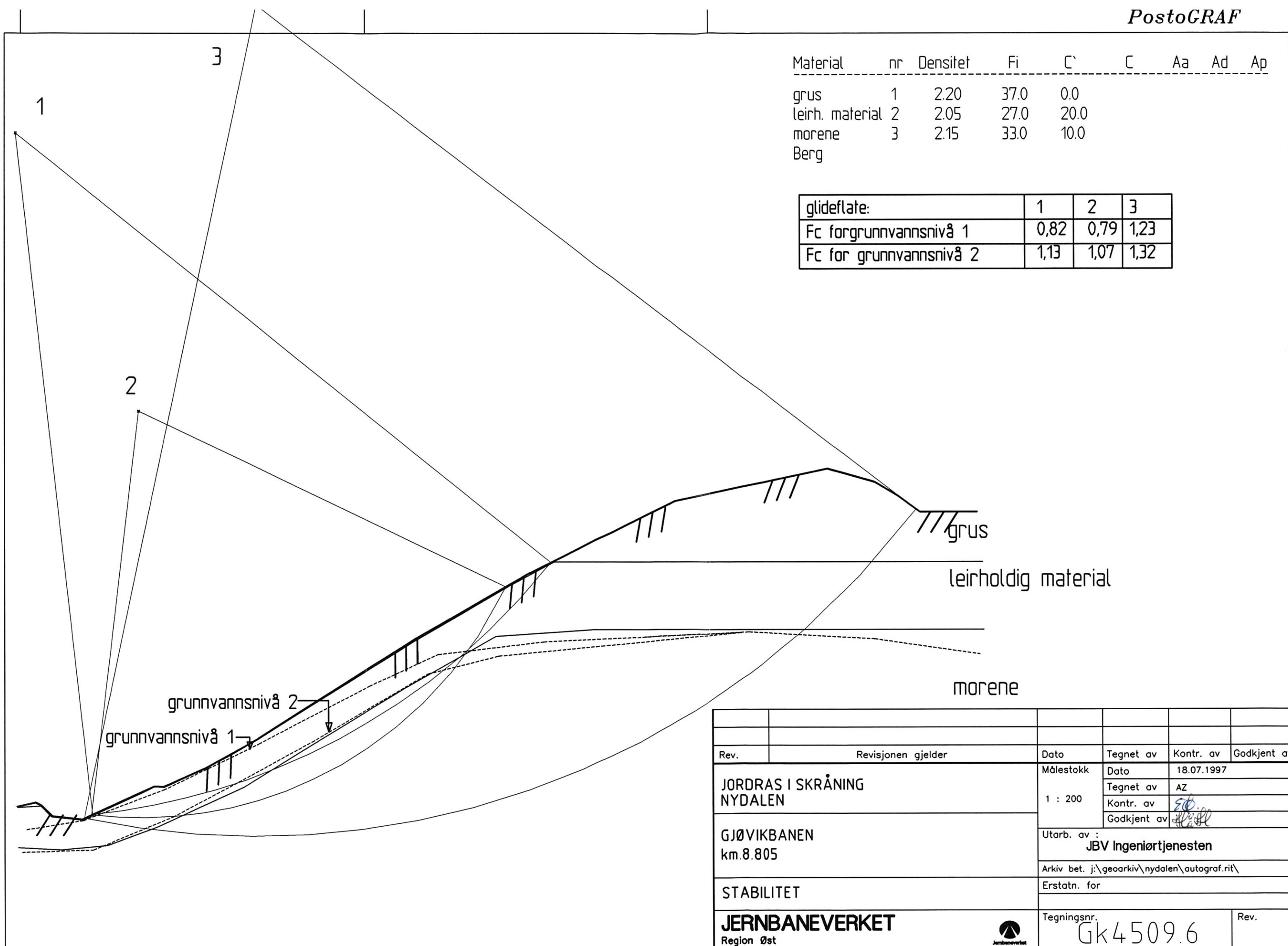
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN		Målestokk 1 : 100	Dato	25.07.1997	
			Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	SD	
			Godkjent av	LH	
GJØVIKBANEN km.8.810, boring 4		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\			
DREIESONDERING BORPUNKT NR. 4		Erstatn. for			
JERNBANEVERKET Region Øst		Tegningsnr.			Rev.
		Gk4509 4			





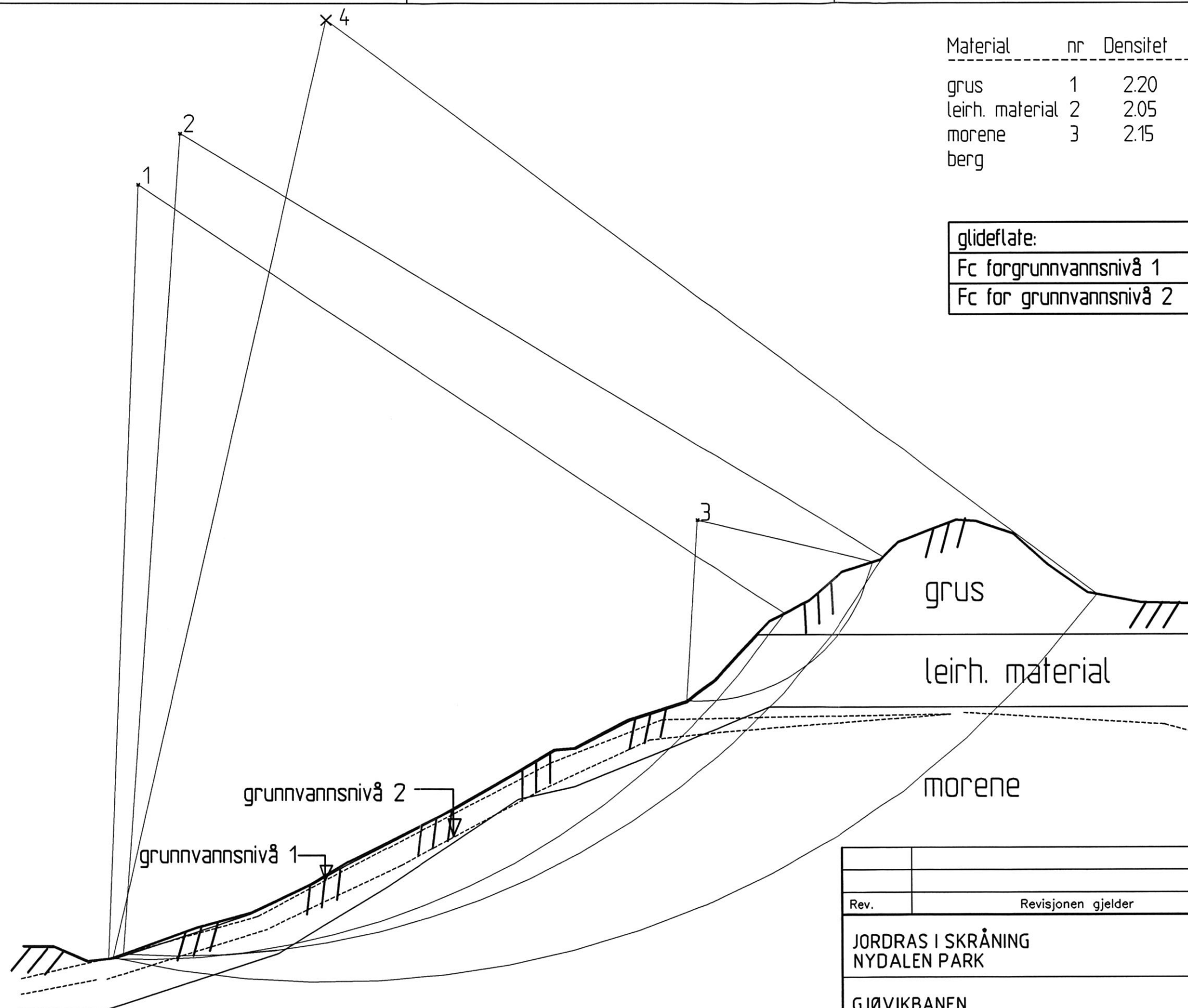
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN		Målestokk 1 : 100	Dato	25.07.1997	
			Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	EQ	
			Godkjent av	[Signature]	
GJØVIKBANEN km.8.810, boring 5		Utarb. av : JBV Ingenlørtjenesten			
		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\			
DREIESONDERING BORPUNKT NR. 5		Erstatn. for			
JERNBANEVERKET		Tegningsnr.			Rev.
		Gk 1.5095			





Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
grus	1	2.20	37.0	0.0				
leirh. material	2	2.05	27.0	20.0				
morene	3	2.15	33.0	10.0				
berg								

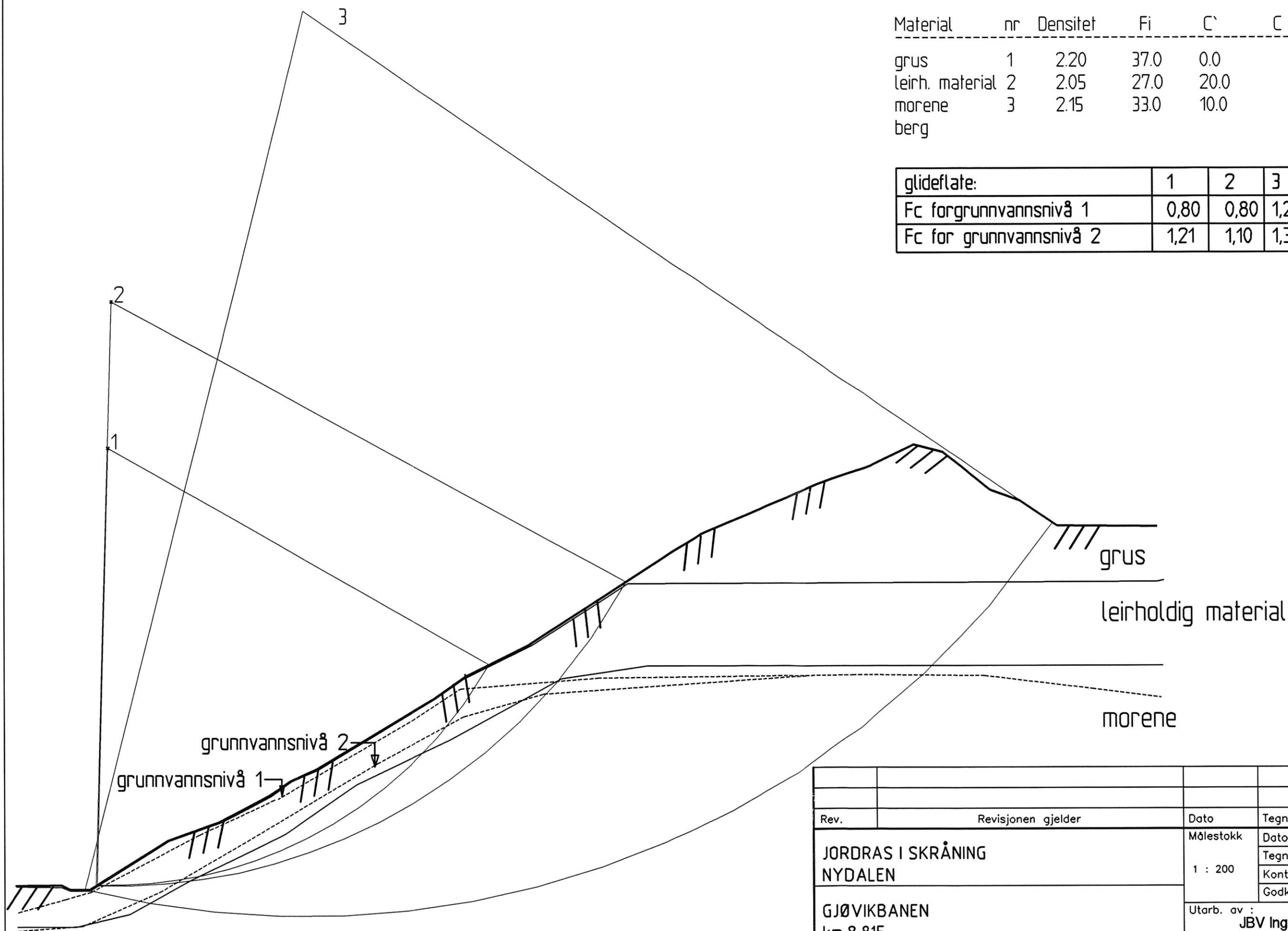
glideflate:	1	2	3	4
Fc for grunnvannsnivå 1	0,98	0,94	1,09	1,15
Fc for grunnvannsnivå 2	1,13	1,03	1,09	1,19



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN PARK		Målestokk 1 : 200	Dato 16.07.1997	Tegnet av AZ	Kontr. av ED
GJØVIKBANEN km.8.810			Godkjent av K&H	Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten	
STABILITET			Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\	Erstatn. for	
JERNBANEVERKET Region Øst			Tegningsnr. Gk4509.7	Rev.	

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
grus	1	2.20	37.0	0.0				
leirh. material	2	2.05	27.0	20.0				
morene	3	2.15	33.0	10.0				
berg								

glideflate:	1	2	3
Fc for grunnvannsnivå 1	0,80	0,80	1,23
Fc for grunnvannsnivå 2	1,21	1,10	1,32



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
	JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN	Målestokk 1 : 200	Dato Tegnet av Kontr. av Godkjent av	18.07.1997 AZ <i>[Signature]</i>	
	GJØVIKBANEN km.8.815		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten		
	STABILITET		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\		
	JERNBANEVERKET Region Øst		Erstatn. for		
		Tegningsnr. Gk4509.8		Rev.	

ΑΛΛΗΛΗΛΗΛΑ

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
JORDRAS I SKRÅNING NYDALEN		Målestokk 1 : 200	Dato	16.07.1997	
			Tegnet av	AZ	
Kontr. av	[Signature]				
Godkjent av	[Signature]				
GJØVIKBANEN Profil km.8.810		Utarb. av : JBV Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet. j:\geoarkiv\nydalen\autograf.rit\			
PROFIL MED DRENERINGSTILTAK		Erstatn. for			
JERNBANEVERKET Region Øst		Tegningsnr. GK4509.9			Rev.

